

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 077 310 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
21.02.2001 Patentblatt 2001/08

(51) Int Cl.7: F01D 5/14

(21) Anmeldenummer: 99116287.6

(22) Anmeldetag: 18.08.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Küsters, Bernhard, Dipl.-Ing.  
47475 Kamp-Lintfort (DE)

## (54) Schaufelgitter

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaufelgitter (20) für eine Strömungsmaschine (10), insbesondere ein Tandem-Schaukelgitter für einen Verdichter. Das Schaufelgitter (20) weist mindestens eine Schaufelreihe (22) mit einer Anzahl von Schaufeln (24, 25) auf.

Erfindungsgemäß sind in der Schaufelreihe (22) Schaufeln (24, 25) mit unterschiedlichen Profilen angeordnet. Hierdurch wird eine Verringerung der Belastung der einzelnen Schaufeln (24, 25) bei gleichzeitiger Optimierung von Verlustbeiwert und Druckaufbau erreicht.

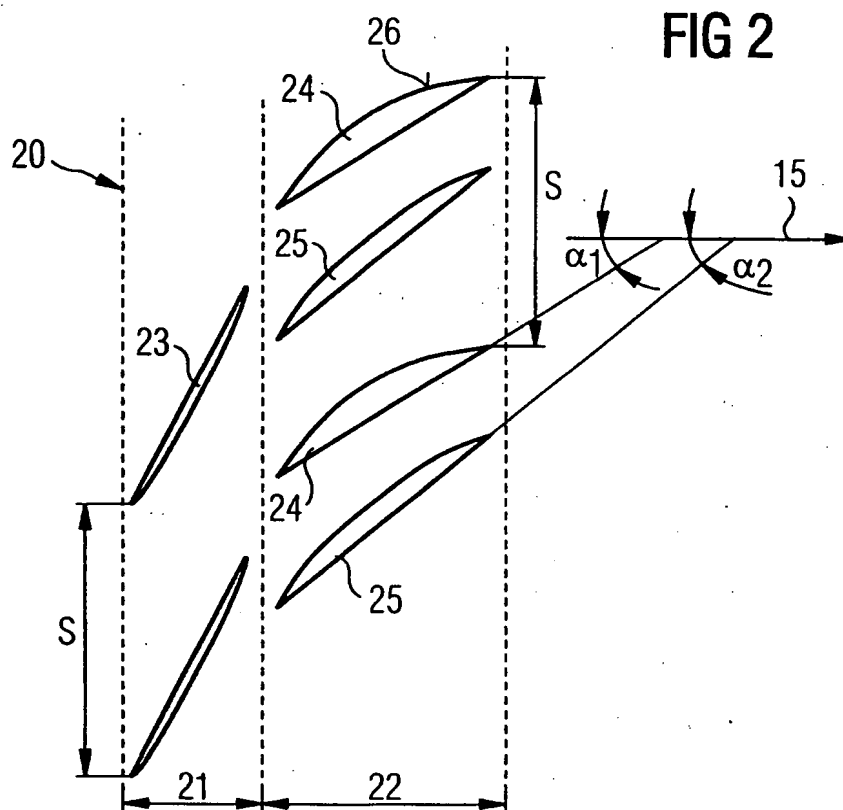


FIG 2

EP 1 077 310 A1

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaufelgitter für eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Tandem-Schaukelgitter für einen Verdichter, mit mindestens einer Schaufelreihe, die eine Anzahl von Schaufeln aufweist.

[0002] Ein derartiges Schaufelgitter ist aus der EP 0 839 259 B1 bekannt. Diese Druckschrift schlägt vor, die Schaufeln mit einer ungleichmäßigen Teilung in der hinteren Schaufelreihe eines Tandem-Schaukelgitters anzuordnen. Für jede Schaufelreihe ist hierbei genau ein Schaufelprofil vorgesehen. Nachteilig bei dem bekannten Schaufelgitter ist, daß unterschiedliche dynamische Belastungen der einzelnen Schaufeln im Betrieb auftreten. Ein Teil der Schaufeln muß daher überdimensioniert werden. Weiter befinden sich einige der Schaufeln bezüglich Verlustbeiwert und Druckaufbau in ungünstigeren Positionen.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Schaufelgitter bereitzustellen, bei dem eine gleichmäßigere Belastung der Schaufeln im Betrieb und ein günstiger Verlustbeiwert und Druckaufbau erzielt werden.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Schaufelgitter der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Schaufelreihe Schaufeln mit unterschiedlichen Profilen aufweist.

[0005] In Abhängigkeit von der Position jeder Schaufel in der Schaufelreihe wird ein optimiertes Profil ausgewählt. Hierdurch werden die Belastung der einzelnen Schaufeln minimiert und gleichzeitig der Verlustbeiwert und Druckaufbau optimiert.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

[0007] Vorteilhaft weisen die Schaufeln eine unterschiedliche Krümmung, Dicke und/oder einen unterschiedlichen Anstellwinkel auf. Durch eine Variation eines oder mehrerer dieser Kriterien kann jede Schaufel mit einem individuell angepaßten Profil versehen werden.

[0008] In vorteilhafter Weiterbildung sind zwei unterschiedliche Profile für die Schaufeln vorgesehen. Durch die Verwendung von zwei unterschiedlichen Profilen wird der konstruktive Mehraufwand im Vergleich zu konventionellen Schaufelgittern gering gehalten. Die gewünschte Minimierung der Belastung und Optimierung von Verlustbeiwert und Druckaufbau wird dennoch erreicht.

[0009] Vorteilhaft ist die Anzahl der Schaufeln in der zweiten Schaufelreihe größer als die Anzahl der Schaufeln in der ersten Schaufelreihe. Dies ermöglicht eine aerodynamisch höhere Belastung der zweiten Schaufelreihe.

[0010] Gemäß einer ersten vorteilhaften Weiterbildung ist die Anzahl der Schaufeln in der zweiten Schaufelreihe doppelt so groß ist wie die Anzahl der Schaufeln

in der ersten Schaufelreihe.

[0011] Nach einer zweiten vorteilhaften Weiterbildung ist die Anzahl der Schaufeln in der zweiten Schaufelreihe ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Schaufeln in der ersten Schaufelreihe, und die Anzahl der unterschiedlichen Profile in der zweiten Schaufelreihe entspricht diesem ganzzahligen Vielfachen. Hierdurch wird eine gleichmäßige Abfolge der Schaufeln mit unterschiedlichen Profilen in der zweiten Schaufelreihe gegenüber den Schaufeln der ersten Schaufelreihe erreicht. Die aerodynamische Belastbarkeit der zweiten Schaufelreihe wird entsprechend erhöht, und der Verlustbeiwert und Druckaufbau werden optimiert.

[0012] In vorteilhafter Ausgestaltung weist die zweite Schaufelreihe eine ungleichmäßige Teilung der Schaufeln auf. Zusammen mit den unterschiedlichen Profilen der Schaufeln in der zweiten Schaufelreihe ermöglicht die ungleichmäßige Teilung eine weitere Verbesserung von Verlustbeiwert und Druckaufbau sowie eine Verringerung der Belastung.

[0013] Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben, das in schematischer Weise in der Zeichnung dargestellt ist. Dabei zeigt:

Figur 1 einen Längsschnitt durch eine Strömungsmaschine; und

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Tandem-Schaukelgitters.

[0014] In Figur 1 ist schematisch eine Strömungsmaschine am Beispiel eines Verdichters 10 dargestellt. Dieses Beispiel ist keinesfalls einschränkend zu verstehen. Der Verdichter 10 umfaßt ein Gehäuse 11 und einen Rotor 12 sowie Laufschaufeln 13 und Leitschaufeln 14. Sie wird in Strömungsrichtung 15 von einem Arbeitsmedium, insbesondere einem heißen Gas oder Dampf durchströmt.

[0015] Sowohl die Laufschaufeln 13 als auch die Leitschaufeln 14 weisen jeweils zwei Schaufelreihen 21, 22 auf. Die Längen der Schaufelreihen 21, 22 sind unterschiedlich.

[0016] Figur 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Schaufelgitter 20, das sowohl auf einer Laufschaufel 13 als auch auf einer Leitschaufel 14 angeordnet werden kann. Das Schaufelgitter 20 umfaßt die beiden Schaufelreihen 21, 22, die jeweils eine Reihe von Schaufeln 23, 24, 25 aufweisen. Die Schaufeln 23 der ersten Schaufelreihe sind identisch und weisen eine Teilung S auf. Demgegenüber sind in der zweiten Schaufelreihe 22 zwei Schaufeln 24, 25 mit unterschiedlichen Profilen vorgesehen. Die Außenseite 26 der Schaufel 24 ist hierbei anders gekrümmt als die der Schaufel 25. Entsprechend weist die Schaufel 24 eine größere Dicke als die Schaufel 25 auf. Die beiden Schaufeln 24, 25 weisen weiter unterschiedliche Anstellwinkel  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  gegenüber der Strömungsrichtung 15 auf. Durch eine geeignete Wahl der Krümmung, der Dicke und des Anstell-

winkels  $\alpha$  können die Schaufeln 24, 25 bezüglich aerodynamischer Belastung, Verlustbeiwert und Druckanstieg optimiert werden.

[0017] Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind in der zweiten Schaufelreihe 22 mehr Schaufeln 24, 25 als in der ersten Schaufelreihe 21 vorgesehen. Die Anzahl der Schaufeln 24, 25 ist doppelt so groß wie die Anzahl der Schaufeln 23. Weiter weisen die Schaufeln 24, 25 eine unregelmäßige Teilung auf. Die Gesamtteilung S der zweiten Schaufelreihe 22 entspricht allerdings der der ersten Schaufelreihe 21. Durch die ungleichmäßige Teilung der Schaufeln 24, 25 zusammen mit den unterschiedlichen Profilen wird eine weitgehende Optimierung der zweiten Schaufelreihe 22 erreicht.

[0018] Es ist ebenfalls möglich, die Anzahl der Schaufeln 24, 25 der zweiten Schaufelreihe 22 dreimal oder viermal so groß zu wählen wie die Anzahl der Schaufeln 23 der ersten Schaufelreihe 21. Immer dann, wenn die Anzahl der Schaufeln 24, 25 in der zweiten Schaufelreihe ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Schaufeln 23 in der ersten Schaufelreihe beträgt, werden entsprechend viele unterschiedliche Profile in der zweiten Schaufelreihe 22 verwendet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden zwei unterschiedliche Profile verwendet, da die Zahl der Schaufeln 24, 25 in der zweiten Schaufelreihe 22 doppelt so groß ist wie die Anzahl der Schaufeln 23 in der ersten Schaufelreihe 21. Die beiden Schaufelreihen 21, 22 stehen relativ zueinander still. Für jede Position einer Schaufel 24, 25 in der zweiten Schaufelreihe 22 kann daher ein optimales Profil bereitgestellt werden. Entsprechend der Teilung S der ersten Schaufelreihe 21 und der zweiten Schaufelreihe 22 wird dieses Profil entlang des Umfangs der Laufschaufeln 13 sowie der Leitschaufeln 14 eingesetzt.

[0019] Die erfindungsgemäßen vorgesehenen Schaufeln 24, 25 der zweiten Schaufelreihe 22 verringern die Belastung und verbessern Verlustbeiwert und Druckaufbau. Eine Überdimensionierung einzelner Schaufeln 24, 25 wird durch Optimieren des jeweils vorgesehenen Profils verhindert.

3. Schaufelgitter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei unterschiedliche Profile für die Schaufeln (24, 25) vorgesehen sind.
4. Schaufelgitter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schaufelgitter (20) zwei hintereinander angeordnete Schaufelreihen (21, 22) aufweist, und die Schaufeln (24, 25) mit unterschiedlichen Profilen in der zweiten Schaufelreihe (22) angeordnet sind.
5. Schaufelgitter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anzahl der Schaufeln (24, 25) in der zweiten Schaufelreihe (22) größer ist als die Anzahl der Schaufeln (23) in der ersten Schaufelreihe (21).
6. Schaufelgitter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anzahl der Schaufeln (24, 25) in der zweiten Schaufelreihe (22) doppelt so groß ist wie die Anzahl der Schaufeln (23) in der ersten Schaufelreihe (21).
7. Schaufelgitter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anzahl der Schaufeln (24, 25) in der zweiten Schaufelreihe (22) ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Schaufeln (23) in der ersten Schaufelreihe (21) ist und die Anzahl der unterschiedlichen Profile in der zweiten Schaufelreihe (22) diesem ganzzahligen Vielfachen entspricht.
8. Schaufelgitter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Schaufelreihe (22) eine ungleichmäßige Teilung der Schaufeln (24, 25) aufweist.

#### Patentansprüche

1. Schaufelgitter für eine Strömungsmaschine (10), insbesondere Tandem-Schaufelgitter für einen Verdichter, mit mindestens einer Schaufelreihe (22), die eine Anzahl von Schaufeln (24; 25) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaufelreihe (22) Schaufeln (24, 25) mit unterschiedlichen Profilen aufweist.
2. Schaufelgitter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaufeln (24, 25) eine unterschiedliche Krümmung, Dicke und/oder einen unterschiedlichen Anstellwinkel ( $\alpha$ ) aufweisen.

FIG 1

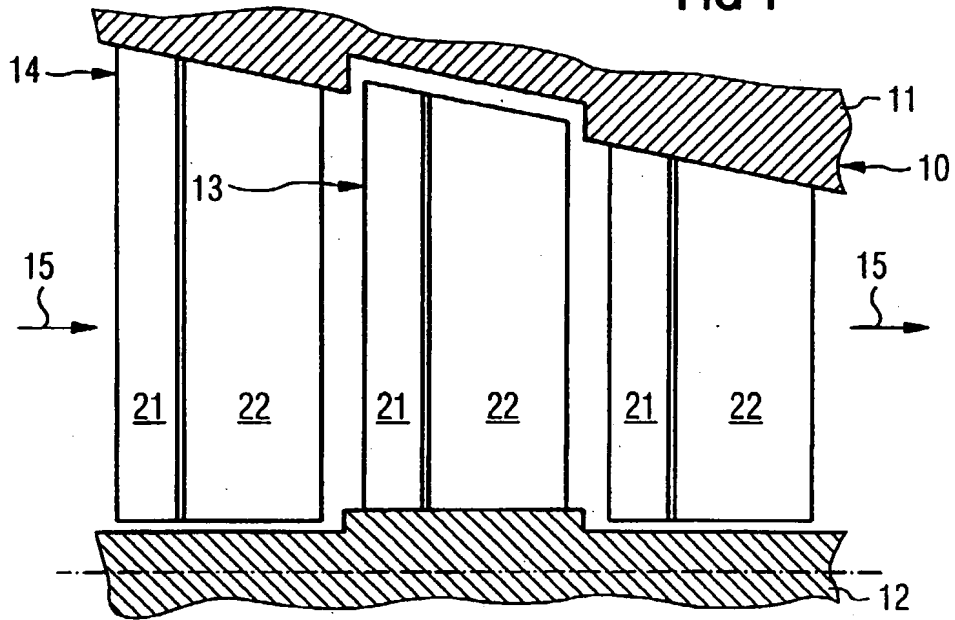
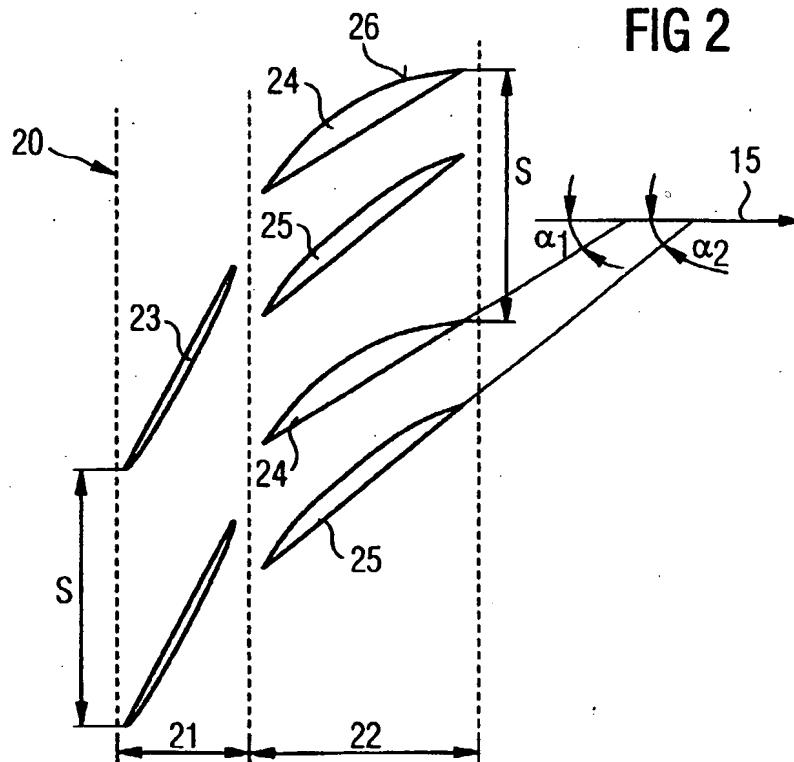


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 99 11 6287

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 343 888 A (SHEETS HERMAN E) 29. November 1989 (1989-11-29) * Seite 27, Zeile 20 - Zeile 24; Abbildungen 11-13 *	1-8	F01D5/14
A	FR 2 650 338 A (MOTOREN TURBINEN UNION) 1. Februar 1991 (1991-02-01) * Seite 8, Zeile 23 - Zeile 2; Abbildung 2 *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10. Januar 2000</b>	Prüfer <b>Raspo, F</b>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>Δ : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (PAC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 6287

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-01-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0343888 A	29-11-1989	US 4981414 A	01-01-1991
		US 5152661 A	06-10-1992
FR 2650338 A	01-02-1991	DE 3924829 A	07-02-1991
		GB 2235734 A,B	13-03-1991
		IT 1242978 B	18-05-1994

EPO FORM P461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

DERWENT-ACC-NO: 2001-161288

DERWENT-WEEK: 200119

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Vane grid for flow machine, esp. a tandem vane grid for a compressor, enables uniform vane loading during operation to be achieved with favourable loss factor and pressure build-up - has row(s) of vanes contg. number of vanes with different profiles; vanes have different curvatures, thicknesses and/or setting angles; two different vane profiles can be used in two rows

INVENTOR: KUESTERS, B

PATENT-ASSIGNEE: SIEMENS AG[SIEI]

PRIORITY-DATA: 1999EP-0116287 (August 18, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
EP 1077310 A1	February 21, 2001	G	006	F01D 005/14

DESIGNATED-STATES: AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC  
MK  
NL PT RO SE SI

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
EP 1077310A1	N/A	1999EP-0116287	August 18, 1999

INT-CL (IPC): F01D005/14

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 1077310A

BASIC-ABSTRACT:

The vane grid has at least one row (21,22) of vanes (24,25) contg. a number of vanes with different profiles. The vanes have different curvatures, thicknesses and/or setting angles ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ).

Two different vane profiles can be used in two rows in which there are more vanes in the second row, which also contains the vanes with different profiles.

USE - For flow machine, especially tandem vane grid for compressor.

ADVANTAGE - Enables uniform loading of vanes during operation to be achieved with favourable loss factor and pressure build-up.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/2

TITLE-TERMS: VANE GRID FLOW MACHINE TANDEM VANE GRID COMPRESSOR  
ENABLE UNIFORM

VANE LOAD OPERATE ACHIEVE FAVOUR LOSS FACTOR PRESSURE BUILD UP  
ROW

VANE CONTAIN NUMBER VANE PROFILE VANE CURVE THICK SET ANGLE  
TWO

VANE PROFILE CAN TWO ROW

DERWENT-CLASS: Q51

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2001-117625